Spinosaurus

Spinosaurus („Dornechse“) ist eine Gattung theropoder Dinosaurier, die während der späten Unter- sowie frühen Oberkreide im heutigen Nordafrika lebte.

Die ersten Knochen dieses Dinosauriers wurden 1912 in Ägypten entdeckt und 1915 von dem deutschen Paläontologen Ernst Stromer von Reichenbach beschrieben. Diese Überreste wurden im Zweiten Weltkrieg zerstört – weitere Überreste tauchten jedoch in den letzten Jahren auf. Die Typus- und einzige heute anerkannte Art ist *Spinosaurus aegyptiacus* aus Ägypten und Marokko.[4] Marokkanische Funde wurden auch als *Spinosaurus maroccanus* beschrieben. Ein weiteres Synonym ist *Sigilmassasaurus brevicollis*.[4]

Spinosaurus zeigt auffällige Dornfortsätze der Rückenwirbel, die mindestens 1,69 Meter lang wurden und wahrscheinlich mit Haut zu einer segelartigen Struktur verbunden waren. Einige Autoren vermuten auch, dass sie von Muskeln umgeben waren und einen langgezogenen Höcker bildeten. Die Funktion dieser Struktur bleibt unklar – unter anderem werden Funktionen zur Thermoregulation und der Kommunikation mit Artgenossen, z. B. dem Imponierverhalten diskutiert.

Jüngeren Schätzungen zufolge wurde *Spinosaurus im erwachsenen Stadium* 16 bis 18 Meter lang und brachte 7 bis 9 Tonnen auf die Waage. Er wäre damit der größte bekannte fleischfressende Dinosaurier, noch vor anderen großen Theropoden wie *Tyrannosaurus und Giganotosaurus*.[2]

Inhaltsverzeichnis

Merkmale

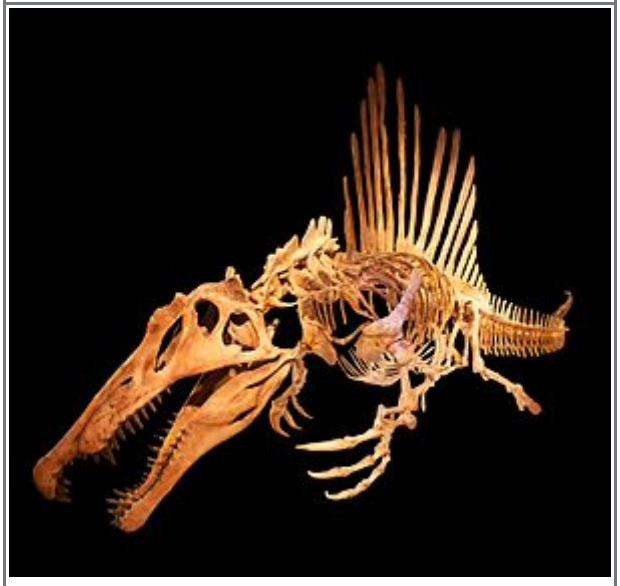
Systematik und Arten

Paläoökologie und Ernährung

Paläobiologie

- Größe
- Segel
- Körperhaltung

Entdeckungsgeschichte und Funde

Spinosaurus

Skelettrekonstruktion von *Spinosaurus aegyptiacus* in schwimmender Position im Museum der National Geographic Society in Washington, D.C.
Zeitliches Auftreten
Unter- bis Oberkreide (evtl. Albium bis Cenomanium)[1] 112,9 bis 93,9 Mio. Jahre
Fundorte
▪ Afrika (Marokko, Ägypten, Niger, Tunesien, Algerien)[2] ▪ Brasilien(?)[3]
Systematik
Dinosaurier (Dinosauria) Echsenbeckensaurier (Saurischia) Theropoda Spinosauroidea Spinosauridae *Spinosaurus*
Wissenschaftlicher Name
Spinosaurus Stromer, 1915

Populärkultur
Einzelnachweise
Weblinks

Merkmale

Skelettrekonstruktion

Wegen seiner Größe, des auffälligen Segels sowie des krokodilartigen Schädels gehört *Spinosaurus* zu den in der Öffentlichkeit bekanntesten Dinosauriern. Im Kontrast hierzu war diese Gattung hauptsächlich von Fossilien bekannt, die während des Zweiten Weltkriegs zerstört wurden, ausgenommen einige in jüngerer Zeit entdeckte Zähne und Schädelknochen, sowie von einem relativ vollständigen Fund aus dem östlichen Marokko, der als Neotypus festgelegt wurde.[4]

Neues im Jahr 2005 beschriebenes Kiefer- und Schädelmaterial lässt vermuten, dass der Schädel etwa 1,75 Meter lang wurde – damit hatte *Spinosaurus* einen der längsten Schädel fleischfressender Dinosaurier überhaupt. Der verlängerte Schädel wies eine schmale Schnauze auf, die mit geraden, konischen und ungesägten Zähnen besetzt war. Im Zwischenkieferbein am vorderen Ende des Oberkiefers steckten auf jeder Seite sechs bis sieben Zähne, an die sich nach hinten jeweils 12 Zähne auf jeder Seite des Maxillare anschlossen. Der zweite und dritte Zahn auf jeder Seite waren deutlich größer als die übrigen Zähne des Zwischenkieferbeins, was eine Lücke zwischen ersteren und den großen Zähnen des vorderen Maxillare erzeugte – diese Lücke wurde von großen Zähnen des vorderen Unterkiefers gefüllt. Die Spitze der Schnauze, die diese großen Zähne trug, war vergrößert, und ein kleiner Kamm saß auf der Schnauze vor den Augen.[2]

Das Segel (oder der Muskelkamm) von *Spinosaurus* wurde von sehr hohen Dornfortsätzen (Processus spinosi) der Rückenwirbel gestützt. Diese Fortsätze waren sieben- bis elfmal höher als die Rückenwirbel, die sie trugen.[5]

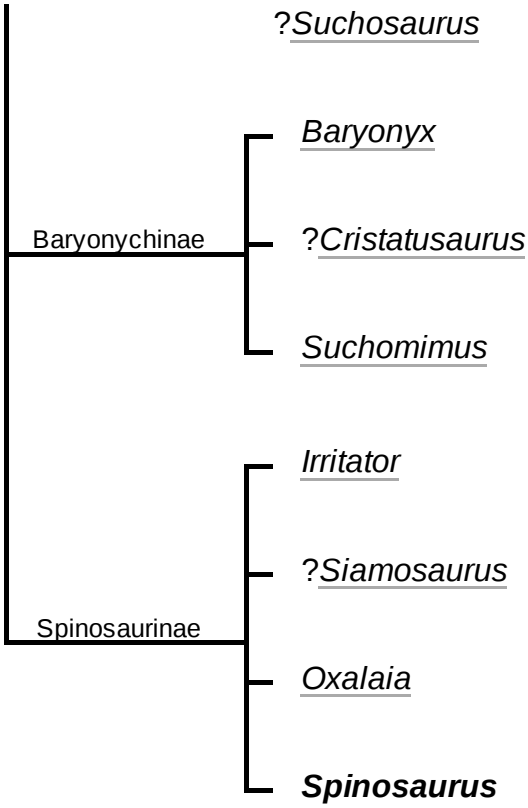
Zahlreiche Merkmale deuten auf eine semiaquatische Lebensweise hin. Dazu gehört das kleine Becken. Die Füße ähnelten denen heutiger Watvögel. Möglicherweise besaßen sie auch Schwimmhäute. Der lange Hals und der relativ lange Rumpf versetzen den Körperschwerpunkt nach vorn. Zwar waren *Spinosaurus'* Hinterbeine nicht außergewöhnlich lang, doch reichten sie aus, um einen bipeden (zweibeinigen) Gang an Land zu ermöglichen. Vermutlich jagte *Spinosaurus* vor allem im flachen Wasser nach Fischen wie *Onchopristis*, einem großen Vertreter der Pseudosägerochen. Die kräftigen Vordergliedmaßen mit großen, gekrümmten Krallen dienten dem Zweck glitschige Beute festzuhalten. Die verhältnismäßig kleinen Nasenlöcher befanden sich in der Mitte des Schädels und könnten es *Spinosaurus* so ermöglicht haben, auch fast vollkommen untergetaucht zu atmen, ähnlich wie Krokodile es können. Öffnungen für Nerven an der Schnauzenspitze weisen auf Rezeptoren für Bewegungsreize hin, die sich ebenfalls bei Krokodilen finden.[4] Der Schwanz von *Spinosaurus* war mit hohen Dornfortsätzen und Chevronknochen ausgestattet und war deshalb im Querschnitt nicht rund, sondern seitlich abgeflacht wie die Schwänze der Krokodile und Molche. Mit Hilfe eines Roboterschlagapparats in Form eines nachgebauten *Spinosaurus*-Schwanzes wurde nachgewiesen, dass das Organ zu ausgedehnten seitlichen Auslenkungen fähig war und beim Schwimmen Vortrieb erzeugen konnte.[6]

Systematik und Arten

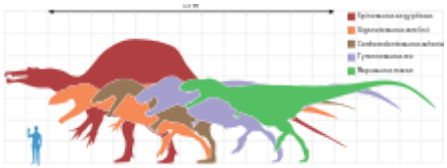
Kladogramm der Spinosauridae

Spinosauridae

Spinosaurus ist der namensgebende Vertreter der Spinosauridae. Weitere Vertreter dieser Gruppe sind unter anderem *Baryonyx* aus dem südlichen England, *Irritator* und *Angaturama* (welcher wahrscheinlich mit *Irritator* identisch ist) aus Brasilien, *Suchomimus* aus Niger, möglicherweise *Siamosaurus*, welcher von fragmentarischen Knochen aus Thailand bekannt ist, *Oxalaia*, ein weiterer großer Vertreter der Spinosauridae aus Brasilien und *Ichthyovenator* aus Laos. *Spinosaurus* ist am engsten mit *Irritator* verwandt, mit dem er die ungesägten geraden Zähne gemeinsam hat. Diese beiden Gattungen werden als Spinosaurinae zusammengefasst.[7] 2003 vermutete Oliver Rauhut, dass es sich bei Stromers *Spinosaurus*-Typexemplar um eine Chimäre handelte, die sich aus den Rückenwirbeln eines Carcharodontosauriden ähnlich *Acrocanthosaurus* und dem Dentale eines großen Theropoden ähnlich *Baryonyx* zusammensetzte.[8] Jüngere Studien weisen diese Hypothese jedoch zurück.[2][7]



Bisher sind zwei Arten von *Spinosaurus* beschrieben worden: *Spinosaurus aegyptiacus* („Ägyptische Dornenechse“, von lat. *spina* „Stachel, Dorn“ und Gr. *sauros* „Echse“) und *Spinosaurus maroccanus* („Marokkanische Dornenechse“). Die von Dale Russell aufgestellte Art *Spinosaurus maroccanus* unterscheidet sich von *Spinosaurus aegyptiacus* in der Länge der Halswirbel.[9] Der Status dieser Art ist umstritten; während einige Autoren die Länge der Wirbel für variabel zwischen Individuen halten und *Spinosaurus maroccanus* daher als ungültig oder als Synonym von *Spinosaurus aegyptiacus* ansehen,[1][2][10][4] halten andere Autoren an der Gültigkeit dieser Art fest.[7]


Spinosaurus im Vergleich zu anderen großen Theropoden.

Die Spinosauriden *Sigilmassasaurus brevicollis* und *Oxalaia quilombensis* werden von einigen Wissenschaftlern als Synonyme von *Spinosaurus* angesehen. Da *Spinosaurus* vor den anderen Gattungen benannt wurde, würden *Sigilmassasaurus* und *Oxalaia* ihre Gültigkeit verlieren.[3]

Zeichnerische Lebendrekonstruktion von 2020

Paläoökologie und Ernährung

Der von *Spinosaurus* bewohnte Lebensraum im heutigen Nordafrika ist nur teilweise verstanden. Bei der Bahariyya-Oase in Ägypten handelte es sich beispielsweise wahrscheinlich um eine Wattlandschaft mit Mangrovenwäldern. *Spinosaurus* lebte dort zusammen mit den ähnlich großen Prädatoren *Bahariasaurus* und *Carcharodontosaurus*, dem gigantischen Titanosaurier *Paralititan*, dem kleineren Titanosaurier *Aegyptosaurus*, dem 10 Meter langen Krokodil *Stomatosuchus* und dem 3,5 Meter großen Quastenflosser

Mawsonia.[11]

Plastische Lebendrekonstruktionen von *Spinosaurus* und Beutefisch *Mawsonia* vor dem Gebäude des Museu Blau

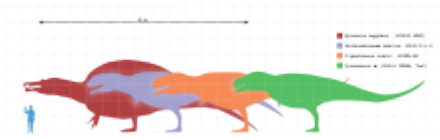
Es ist umstritten, ob es sich bei *Spinosaurus* um einen hauptsächlich terrestrischen (landgebundenen) Räuber oder um einen Fischfresser handelte. Für die Fischfresser-Hypothese sprechen anatomische Merkmale wie die verlängerten Kiefer, die konischen Zähne und die oben liegenden Nasenöffnungen. Bereits 1997 sahen Charig und Milner in der verwandten europäischen Gattung *Baryonyx* einen spezialisierten Fischer. Direkte Nachweise für die Ernährung von Spinosauriden wurden bei *Baryonyx* sowie südamerikanischen Arten entdeckt. Im Verdauungstrakt von *Baryonyx* fanden sich von Säuren geätzte Fischschuppen sowie Knochen juveniler *Iguanodon*, während ein Zahn, der in einem Pterosaurier-Knochen aus Südamerika steckt, darauf hinweist, dass Spinosauriden gelegentlich diesen fliegenden Archosauriern nachstellten.[12][13] Gregory Paul vermutet, dass *Spinosaurus* ein kreidezeitliches Äquivalent zum heutigen Grizzly-Bären war – ein opportunistischer Räuber, der an das Fischen angepasst war, aber dennoch verschiedenen kleinen und mittelgroßen landlebenden Beutetieren nachstellte und auch Aas nicht verschmähte.[14]

Einer neueren Studie zufolge war *Spinosaurus* semiaquatisch, also teilweise wasserbewohnend. Die Forscher um Romain Amiot untersuchten das Mineral Apatit aus den Zähnen von Spinosauriden auf das Verhältnis zwischen zwei Isotopen des Sauerstoffs, Sauerstoff-16 und Sauerstoff-18. Die Analyse zeigt ein Verhältnis der beiden Isotope, wie man es typischerweise bei im Wasser lebenden Tieren findet. Das Isotopenverhältnis ist bei Land- und Wassertieren unterschiedlich, da der Körper von Landtieren Wasser durch Verdunstung verliert, wobei sich das schwerere Sauerstoff-18-Isotop im Körper anreichert.[15]

Eine Studie von Donald Henderson aus dem Jahr 2018 testete die Hypothese eines semiaquatischen Lebensstils anhand eines digitalen 3D-Modells. Das Modell stellte sich als unsinkbar und beim Schwimmen instabil heraus. Zudem weist die Rekonstruktion auf eine bipede Körperhaltung hin, welche für eine terrestrische Lebensweise geeignet ist. Aufgrund der oben erwähnten Isotopenanalyse geht der Autor dennoch davon aus, dass *Spinosaurus* viel Zeit nahe Küsten und im Flachwasser verbrachte und sich überwiegend von Fisch ernährte.[16]

Paläobiologie

Größe



Vergleich von Großtheropoden, *Spinosaurus* in Rot

Seit seiner Entdeckung gilt *Spinosaurus* als einer der größten bekannten theropoden Dinosaurier. Friedrich von Huene (1926)[17] und Donald F. Glut (1982)[18] schätzten diese Gattung auf 6 Tonnen Gewicht und 15 bis 17 Meter Länge. Gregory S. Paul (1988) betrachtet *Spinosaurus* ebenfalls als längsten Theropoden mit 15 Metern Länge, gab aber eine niedrigere Gewichtsschätzung an.[19] Jüngere, auf neuen Funden basierende Schätzungen von dal Sasso und Kollegen (2005) gehen von einer Länge von 16 bis 18 Metern und einem Gewicht von 7 bis 9 Tonnen aus.[2]

François Therrien und Donald Henderson (2007) verglichen die Schädellänge mit der von besser bekannten Theropoden und schätzen *Spinosaurus* auf eine geringere Länge von 12,6 bis 14,3 Meter und auf ein größeres Gewicht von 12 bis 20,9 Tonnen.[20] Diese Studie wurde wegen der benutzten Schädelrekonstruktion und

wegen der zum Vergleich herangezogenen Großtheropoden kritisiert – Letztere sind größtenteils Tyrannosauriden und Carnosaurier, die jedoch einen anderen Körperbau als Spinosauriden zeigten.[21]

Segel

Spinosaurus wies stark verlängerte Dornfortsätze der Rückenwirbel auf, ähnlich wie bei einigen anderen Dinosauriern wie den Ornithopoden *Ouranosaurus* und den Sauropoden *Amargasaurus*. Möglicherweise waren diese Dornfortsätze mit Haut verbunden und bildeten so ein Segel, analog zu den Rückensegeln einiger Pelycosaurier wie *Dimetrodon* und *Edaphosaurus*. Die Funktion eines solchen Segels bei *Spinosaurus* ist unklar. Falls das Segel mit vielen Blutgefäßen durchzogen war, könnte es – quer zur Sonne gerichtet – zur Absorption von Wärme in den noch kühlen Morgenstunden gedient haben. Dies würde allerdings bedeuten, dass das Tier höchstens teilweise warmblütig war. Auch möglich ist eine Funktion zur Kühlung, wobei das Segel von der Sonne weg oder im 90°-Winkel zu einem kalten Wind gehalten werden musste.[22] Eine weitere Hypothese ist eine Funktion zum Imponierverhalten. So könnte das Segel – ähnlich wie der Schwanz des Pfaus – für die Balzwerbung Verwendung gefunden haben. Stromer spekulierte, dass das Segel bei männlichen und weiblichen Tieren unterschiedlich groß gewesen sein könnte.[23]

Jack Bowman Bailey vermutet, dass die Fortsätze kein Segel, sondern einen Höcker getragen haben, ähnlich wie beim heutigen Bison. So sind die Dornfortsätze von *Spinosaurus* und anderen Dinosauriern anders als bei Pelycosauriern relativ dick. Bailey bemerkt, dass ein Segel bei großen Theropoden ein effizienter Wärmekollektor, aber als Kühlmechanismus ineffizient gewesen wäre – somit würde ein Segel in dem tropischen Lebensraum von *Spinosaurus* zum Nachteil. Nach der Vorstellung dieses Forschers könnte ein Höcker als Wärmepuffer zum Schutz vor Hitze sowie als Energiespeicher gedient haben, was lange Wanderungen zu Nistplätzen erlaubt haben könnte.[24]

Ibrahim und Mitarbeiter[4] haben zunächst eine semiaquatische Lebensweise für *Spinosaurus* vorgeschlagen, mit einer „Display“-Funktion für das Rückensegel, das dafür stets über der Wasseroberfläche geblieben wäre. Gimsa und Kollegen[25] publizierten im Jahr 2015 jedoch die Hypothese, dass *Spinosaurus* unter Wasser jagte, wofür die Autoren eine entsprechende hydrodynamische Stabilität annahmen. Da es Beutetiere vor ihren Angreifern gewarnt hätte, wäre ein aus dem Wasser herausragendes Segel aus verhaltensbiologischer Sicht unsinnig gewesen, um ähnlich wie Krokodile aus ihrem sicheren Versteck im Wasser heraus Tieren an Land aufzulauern.

Für die Funktion des Rückensegels unter Wasser, liegt eine analoge Funktion wie bei der Rückenflosse des Fächerfischs nahe, die ähnlich dem Schwert eines Segelschiffs, den Körper gegen seitliche Bewegungen stabilisiert. Form und relative Größe des Rückensegels ähneln denen von Fächerfischen, was nahelegt, dass seine stabilisierende Wirkung die Präzision und Kraft seitlicher Schwanz- und Speerschläge verbesserte. Dadurch hätte das Rückensegel bei der Jagd schnellere und präzisere Hals- und Kopfbewegungen erlaubt sowie beim „Ringen“ mit größerer Beute die Stabilität des gesamten Körpers im Wasser verbessert. Gimsa et al.[25] gehen auch davon aus, dass die stabilisierende Wirkung durch das Rückensegel unter Wasser größere Schwanzamplituden erlaubte ohne den Körper zu destabilisieren, was dann höhere Beschleunigungen erlaubt hätte. Dafür, dass *Spinosaurus* piscivor war, sprechen neben einer ganzen Reihe von Adaptationen außerdem seine Schädelform.

Körperhaltung

Obwohl *Spinosaurus* traditionell als biped (zweibeinig) dargestellt wird, gab es seit den mittleren 1970ern Vermutungen, dass *Spinosaurus* zumindest zeitweilig quadruped (vierbeinig) lief. Diese Vermutungen wurden mit der Entdeckung von *Baryonyx* unterstützt, einer verwandten Gattung mit robusten Armen.[26] Bailey (1997) hielt eine vierfüßige Fortbewegung wegen des Mehrgewichts des von ihm hypothetisierten Höckers für

möglich,[24] was zu entsprechenden neuen Rekonstruktionen mit *Spinosaurus* als Vierfüßer führte.[26] Bei der Beschreibung des Neotypus wurde festgestellt, dass *Spinosaurus* kürzere Hinterbeine hatte als andere Theropoden und dass sein Schwerpunkt vor dem Becken lag, so dass eine Quadrupedie wahrscheinlich bis obligatorisch war.[4] Neuere Rekonstruktionen zeigen jedoch, dass der Schwerpunkt möglicherweise deutlich näher am Becken lag als bisher gedacht.[16]

Entdeckungsgeschichte und Funde

Fossil von *Spinosaurus aegyptiacus*

Das erste Skelett wurde 1912 in der Bahariyya-Oase in Ägypten von Richard Markgraf entdeckt und 1915 von dem deutschen Paläontologen Ernst Stromer von Reichenbach (1871–1952) als *Spinosaurus aegyptiacus* wissenschaftlich beschrieben.[23] Weitere fragmentarische Überreste aus Bahariyya – Wirbel und Hinterbeinknochen – schrieb Stromer 1934 einer weiteren Art zu, die er vorläufig „*Spinosaurus* B“ nannte;[27] heute werden diese Knochen jedoch entweder *Carcharodontosaurus*[10] oder *Sigilmassasaurus*[9] zugeschrieben. Einige der *Spinosaurus*-Fossilien wurden während des Transports von Ägypten in das Deutsche Museum in München beschädigt – alle verbliebenen Knochen gingen 1944 bei einem alliierten Luftangriff auf München im Museum Alte Akademie verloren.[2]

Bis heute wurden sieben Funde von *Spinosaurus* beschrieben. Die Überreste werden auf ein Alter von etwa 113 bis 94 Millionen Jahren (Albium bis Cenomanium) datiert.

IPHG 1912 VIII 19, das 1915 von Stromer beschriebene Holotyp-Exemplar, wurde im Zweiten Weltkrieg zerstört – dennoch blieben detaillierte Zeichnungen. Es stammte von einem subadulten (noch nicht ausgewachsenen) Individuum. Schätzungen gehen von einer Länge von 14 Metern und einem Gewicht von 6,7 Tonnen aus, der Schädel wird auf 1,45 Meter Länge geschätzt. Das Skelett bestand aus einem Oberkieferfragment (Maxilla), einem unvollständigen Dentale (Unterkiefer), 19 Zähnen, zwei unvollständigen Halswirbeln, sieben Rückenwirbeln, dorsalen Rippen, Bauchrippen (Gastralia) sowie acht Schwanzwirbelzentren. Der längste erhaltene Wirbelfortsatz war 1,69 Meter lang.[23]

Kieferknochen von *Spinosaurus marocannus* im Muséum national d’histoire naturelle, Paris

CMN 50791 stammt aus den Kem Kem Beds, einer Formation im Südosten Marokkos, und wurde von Russell 1996 beschrieben. Russell schrieb den Fund einer zweiten Art zu, *Spinosaurus marocannus*. Die Überreste schließen einen 19,5 cm langen mittleren Halswirbel sowie den vorderen und mittleren Teil des Dentale mit ein.

MNHN SAM 124 aus Algerien wurde von Taquet und Russell 1998 beschrieben und besteht aus einem fragmentarischen Zwischenkieferbein (Prämaxillare), einem fragmentarischen Oberkieferknochen, Pflugscharbeinen sowie einem Fragment des Dentale. Schätzungen gehen von einer Länge von 14 Metern und einem Gewicht von 6,7 Tonnen für dieses Individuum aus; die Gesamtlänge des Schädels wird auf 1,42 Meter geschätzt.[28]

BM231 ist ein vorderer Dentale aus der Chenini-Formation aus dem südlichen Tunesien. Buffetaut und Ouaja schrieben diesen Fund 2002 *Spinosaurus aegyptiacus* zu, da der Knochen starke Ähnlichkeiten mit dem entsprechenden Knochen des Typmaterials dieser Art zeigt.[29] Der Fund wird gegenwärtig im tunesischen Amt für Bergbau (Office National des Mines) aufbewahrt.

MSNM V4047 ist ein Schädelfund, der aus dem Zwischenkieferbein, einem Teil des Maxillare sowie einem fragmentarischen paarigen Nasenbein besteht, die zusammen 98,8 cm Länge messen. Der Fund stammt aus den Kem Kem Beds und wurde 2005 von Cristiano Dal Sasso vom Museo Civico di Storia Naturale di Milano und weiteren Wissenschaftlern beschrieben.

MSNM V4047 von *S. aegyptiacus*

UCPC-2 ist ein von denselben Forschern beschriebener Schädelkamm.

FSAC-KK 11888 ist ein relativ vollständiger Fund, der den größten Teil des Schädels, der Wirbelsäule, der das Segel stützenden Dornfortsätze, des Beckens und der Gliedmaßen umfasst. Der Fund stammt aus den Kem Kem Beds in der Nähe von Erfoud, wurde 2014 von Paul C. Sereno, Cristiano Dal Sasso und Kollegen beschrieben und als Neotypus festgelegt.[4]

Weitere Funde bestehen hauptsächlich aus sehr fragmentarischen Überresten und vereinzelten Zähnen. So wurden zum Beispiel Zähne aus der Echkar-Formation aus Niger *Spinosaurus aegyptiacus* zugeschrieben.[30] Mögliche *Spinosaurus*-Fossilien wurden aus den Turkana Grits von Kenia gemeldet sowie aus der Cabao-Formation von Libyen. Letzterer Fund stammt aus dem Hauterivium vor etwa 130 Millionen Jahren, wobei die Zuordnung zu *Spinosaurus* vorläufig ist.[31][32]

Die relativ vollständigen Skelette des von Ernst Stromer von Reichenbach gefundenen ersten Spinosaurus und des in den Kem Kem Beds ein Jahrhundert später ausgegrabenen Exemplars ergänzen sich sehr gut. Sie wurden in einem digitalen Skelettmodell zusammengefasst und um die relativ wenigen fehlenden Teile vervollständigt, unter Mitwirkung von Nizar Ibrahim, Paul C. Sereno und Cristiano Dal Sasso. Daraus resultiert ein reales Kunstharzmodell. Das skurrile Aussehen des Spinosaurus lässt sich dadurch erklären, dass der größte Raubsaurier aller Zeiten der einzige Dinosaurier war, der auch im Wasser leben konnte und sich von großen Fischen ernährte. Damit musste er nicht an Land mit den anderen großen Dinosauriern um die wenigen gefundenen Pflanzenfresser konkurrieren.[33]

Populärkultur

Spinosaurus wird seit langem in populärwissenschaftlichen Büchern über Dinosaurier dargestellt, obwohl erst seit kurzem genug Informationen für eine akkurate Rekonstruktion vorliegen. Ältere populäre Abbildungen basieren oft auf der einflussreichen Skelettrekonstruktion von Lapparent und Lavocat (1955) und zeigen *Spinosaurus* als aufrecht laufenden Theropoden, mit einem Schädel ähnlich dem anderer großer Theropoden, einem Segel auf den Rücken und Händen mit vier Fingern.[26]

Spinosaurus ist der tierische Antagonist im Film *Jurassic Park III*, wo er als größer und kräftiger als *Tyrannosaurus* dargestellt wird.[34] Dort wird er fälschlicherweise „Spinosaurus aegypticus“ genannt.

Einzelnachweise

1. Matthew T. Carrano, Roger B. J. Benson, Scott D. Sampson: *The phylogeny of Tetanurae (Dinosauria: Theropoda).* In: *Journal of Systematic Palaeontology.* Bd. 10, Nr. 2, 2012, ISSN 1477-2019, S. 211–300, doi:10.1080/14772019.2011.630927 (https://doi.org/10.1080/14772019.2011.630927).
2. Cristiano Dal Sasso, Simone Maganuco, Eric Buffetaut, Marco A. Mendez: *The phylogeny of Tetanurae (Dinosauria: Theropoda).* In: *Journal of Vertebrate Paleontology.* Bd. 10, Nr. 2, 2012, ISSN 0272-4634, S. 888–896, doi:10.1671/0272-4634(2005)025[0888:NIOTSO]2.0.CO;2 (https://doi.org/10.1671/0272-4634%282005%29025%5B0888%3ANIOTSO%5D2.0.CO%3B2).

3. Robert S.H. Smyth; Nizar Ibrahim; David M. Martill: Sigilmassasaurus *is* Spinosaurus*: a reappraisal of African spinosaurines*.In: *Cretaceous Research*. 2020. doi:10.1016/j.cretres.2020.104520.
4. Nizar Ibrahim, Paul C. Sereno, Cristiano Dal Sasso, Simone Maganuco, Matteo Fabbri, David M. Martill, Samir Zouhri, Nathan Myhrvold & Dawid A. Iurino. *Semiaquatic adaptations in a giant predatory dinosaur.* Science, 11 September 2014 DOI: 10.1126/science.1258750
5. Ralph E. Molnar, Sergei M. Kurzanov, Zhiming Dong: *Carnosauria.* In: David B. Weishampel, Peter Dodson, Halszka Osmólska (Hrsg.): *The Dinosauria.* University of California Press, Berkeley CA u. a. 1990, ISBN 0-520-06727-4, S. 169–209.
6. Ibrahim, N., Maganuco, S., Dal Sasso, C. et al.: *Tail-propelled aquatic locomotion in a theropod dinosaur*. In: *Nature*. 29. April 2020, doi:10.1038/s41586-020-2190-3 (https://doi.org/10.1038/s41586-020-2190-3) (englisch).
7. Thomas R. Holtz Jr., Ralph E. Molnar, Philip J. Currie: *Basal Tetanurae.* In: David B. Weishampel, Peter Dodson, Halszka Osmólska (Hrsg.): *The Dinosauria.* 2nd edition. University of California Press, Berkeley CA u. a. 2004, ISBN 0-520-24209-2, S. 71–110.
8. Oliver W. M. Rauhut: *The interrelationships and evolution of basal theropod dinosaurs* (= *Special Papers in Palaeontology.* Bd. 6). The Palaeontological Association, London 2003, ISBN 0-901702-79-X.
9. Dale A. Russell: *Isolated dinosaur bones from the Middle Cretaceous of the Tafilalt, Morocco.* In: *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle.* Section C: *Sciences de la Terre, Paléontologie, Géologie, Minéralogie.* 4. Série, Bd. 18, Nr. 2/3, 1996, ISSN 0181-0642, S. 349–402.
10. Paul C. Sereno, Allison L. Beck, Didier B. Dutheil, Boubacar Gado, Hans C. E. Larsson, Gabrielle H. Lyon, Jonathan D. Marcot, Oliver W. M. Rauhut, Rudyard W. Sadleir, Christian A. Sidor, David D. Varricchio, Gregory P. Wilson, Jeffrey A. Wilson: *A Long-Snouted Predatory Dinosaur from Africa and the Evolution of Spinosaurids.* In: *Science.* Bd. 282, Nr. 5392, 1998, S. 1298–1302, doi:10.1126/science.282.5392.1298 (https://doi.org/10.1126/science.282.5392.1298), PMID 9812890.
11. Joshua B. Smith, Matthew C. Lamanna, Kenneth J. Lacovara, Peter Dodson, Jennifer R. Smith, Jason C. Poole, Robert Giegengack, Yousry Attia: *A Giant Sauropod Dinosaur from an Upper Cretaceous Mangrove Deposit in Egypt.* In: *Science.* Bd. 292, Nr. 5522, 2001, S. 1704–1706, doi:10.1126/science.1060561 (https://doi.org/10.1126/science.1060561).
12. Alan J. Charig, Angela C. Milner: *Baryonyx walkeri, a fish-eating dinosaur from the Wealden of Surrey.* In: *Bulletin of the Natural History Museum. Geology Series.* Bd. 53, Nr. 1, 1997, ISSN 0968-0462, S. 11–70, Digitalisat (http://biostor.org/reference/110558).
13. Eric Buffetaut, David Martill, François Escuillié: *Pterosaurs as part of a spinosaur diet.* In: *Nature.* Bd. 430, Nr. 6995, 2004, S. 33, doi:10.1038/430033a (https://doi.org/10.1038/430033a).
14. Gregory S. Paul: *Family Spinosauridae.* In: Gregory S. Paul: *Predatory Dinosaurs of the World.* Simon & Schuster, New York NY u. a. 1988, ISBN 0-671-61946-2, S. 271–274.
15. Romain Amiot, Eric Buffetaut, Christophe Lécuyer, Xu Wang, Larbi Boudad, Zhongli Ding, François Fourel, Steven Hutt, François Martineau, Manuel Alfredo Medeiros, Jinyou Mo, Laurent Simon, Varavudh Suteethorn, Steven Sweetman, Haiyan Tong, Fusong Zhang, Zhonghe Zhou: *Oxygen isotope evidence for semi-aquatic habits among spinosaurid theropods.* In: *Geology.* Bd. 38, Nr. 2, 2010, ISSN 0091-7613, S. 139–142, doi:10.1130/G30402.1 (https://doi.org/10.1130/G30402.1).
16. Henderson, D.M. (2018). *A buoyancy, balance and stability challenge to the hypothesis of a semi-aquatic* Spinosaurus *Stromer, 1915 (Dinosauria: Theropoda)*. PeerJ. 6: e5409. doi:10.7717/peerj.5409
17. Friedrich von Huene: *The carnivorous saurischia in the Jura and Cretaceous formations principally in Europe.* In: *Revista del Museo de La Plata.* Bd. 29, 1926, ISSN 0375-1147, S. 35–167.

18. Donald F. Glut: *The New Dinosaur Dictionary.* Citadel Press, Secaucus NJ 1982, ISBN 0-8065-0782-9, S. 226–228.
19. Gregory S. Paul: *Predatory Dinosaurs of the World.* Simon & Schuster, New York NY u. a. 1988, ISBN 0-671-61946-2.
20. François Therrien, Donald M. Henderson: *My theropod is bigger than yours … or not: estimating body size from skull length in theropods.* In: *Journal of Vertebrate Paleontology.* Bd. 27, Nr. 1, 2007, S. 108–115, doi:10.1671/0272-4634(2007)27[108:MTIBTY]2.0.CO;2 (https://doi.org/10.1671/0272-4634%282007%2927%5B108%3AMTIBTY%5D2.0.CO%3B2).
21. Mickey Mortimer: *Comments on Therrien and Henderson's new paper.* (http://dml.cmnh.org/2007Mar/msg00292.html) Dinosaur Mailing List, 25. März 2007, abgerufen am 4. Juli 2007.
22. Lambert B. Halstead: *The Evolution and Ecology of the Dinosaurs.* Eurobook Limited, London 1975, ISBN 0-85654-018-8.
23. Ernst Stromer: *Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens.* Band 2: *Wirbeltier-Reste der Baharîje-Stufe (unterstes Cenoman).* Teil 3: *Das Original des Theropoden Spinosaurus aegyptiacus nov. gen., nov. spec.* (= *Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Physikalische Klasse.* Bd. 28, 3, ISSN 0176-7038 = *Denkschriften der Bayerischen Akademie der Wissenschaften.* Bd. 89, 3). Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, München 1915.
24. Jack Bowman Bailey: *Neural spine elongation in dinosaurs: sailbacks or buffalo-backs?* In: *Journal of Paleontology.* Bd. 71, Nr. 6, 1997, ISSN 0022-3360, S. 1124–1146, Abstract (http://www.jstor.org/stable/1306608).
25. Jan Gimsa, Robert Sleigh, Ulrike Gimsa: *The riddle of Spinosaurus aegyptiacus' dorsal sail*. In: *Geological Magazine*. Band 153, Nr. 3, November 2015, ISSN 0016-7568 (https://zdb-katalog.de/list.xhtml?t=iss%3D%220016-7568%22&key=cql), S. 544–547, doi:10.1017/S0016756815000801 (https://doi.org/10.1017/S0016756815000801) (cambridge.org (https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0016756815000801/type/journal_article) [abgerufen am 18. Mai 2020]).
26. Donald F. Glut: *Spinosaurus.* In: Donald F. Glut: *Dinosaurs. The Encyclopedia.* 1st Supplement. McFarland & Company, Jefferson NC 2000, ISBN 0-7864-0591-0, S. 329–333.
27. Ernst Stromer: *Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens.* Band 2: *Wirbeltier-Reste der Baharîje-Stufe (unterstes Cenoman).* Teil 13: *Dinosauria* (= *Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Abteilung.* NF Bd. 22, ISSN 0005-6995). Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, München 1934.
28. Mickey Mortimer: *Megalosauroidea.* (https://web.archive.org/web/20131219195023/http://archosaur.us/theropoddatabase/Megalosauroidea.htm#Spinosaurusaegyptiacus) (Nicht mehr online verfügbar.) In: *The Theropod Database.* University of Washington, 2004, archiviert vom Original (https://giftbot.toolforge.org/deref.fcgi?url=http%3A%2F%2Farchosaur.us%2Ftheropoddatabase%2FMegalosauroidea.htm%23Spinosaurusaegyptiacus) am 19. Dezember 2013; abgerufen am 14. August 2008. **Info:** Der Archivlink wurde automatisch eingesetzt und noch nicht geprüft. Bitte prüfe Original- und Archivlink gemäß Anleitung und entferne dann diesen Hinweis.
29. Eric Buffetaut, Mohamed Ouaja: *A new specimen of Spinosaurus (Dinosauria, Theropoda) from the Lower Cretaceous of Tunisia, with remarks on the evolutionary history of the Spinosauridae.* In: *Bulletin de la Société Géologique de France.* Bd. 173, Nr. 5, 2002, ISSN 0037-9409, S. 415–421, doi:10.2113/173.5.415 (https://doi.org/10.2113/173.5.415).

30. Stephen Brusatte, Paul Sereno: *A new species of Carcharodontosaurus (Dinosauria: Theropoda) from the Cenomanian of Niger and its implications for allosauroid phylogeny. Journal of Vertebrate Paleontology.* Bd. 25, Supplement 3, 2005, S. 40A, Digitalisat (PDF; 14,68 MB) (https://web.archive.org/web/20140726152747/http://vertpaleo.org/PDFS/d5/d5b4835f-8725-43d1-8dda-3d7bdbd4cb8b.pdf) (Memento des Originals (https://giftbot.toolforge.org/deref.fcgi?url=http%3A%2F%2Fvertpaleo.org%2FPDFS%2Fd5%2Fd5b4835f-8725-43d1-8dda-3d7bdbd4cb8b.pdf) vom 26. Juli 2014 im *Internet Archive*) **Info:** Der Archivlink wurde automatisch eingesetzt und noch nicht geprüft. Bitte prüfe Original- und Archivlink gemäß Anleitung und entferne dann diesen Hinweis..
31. David B. Weishampel: *Dinosaur distribution.* In: David B. Weishampel, Peter Dodson, Halszka Osmólska (Hrsg.): *The Dinosauria.* University of California Press, Berkeley CA u. a. 1990, ISBN 0-520-06727-4, S. 63–139.
32. Fabio M. Dalla Vecchia: *Second record of a site with dinosaur skeletal remains in Libya (northern Africa).* In: *Natura Nascosta.* Bd. 11, 1995, ISSN 1590-9522, S. 16–21.
33. http://www.zdf.de/ZDFmediathek#/beitrag/video/2257788/Expedition-Supersaurier
34. Graham Chandler: *A bite-size guide to the dinosaurs of the new movie Jurassic Park III.* In: *National Geographic World.* Nr. 312, August 2001, ZDB-ID 2109805-0, S. 25.

Weblinks

Commons: *Spinosaurus* (https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Spinosaurus?uselang=de) – Sammlung von Bildern, Videos und Audiodateien

- Link zu einer aktuellen Lebendrekonstruktionszeichnung von *Spinosaurus aegyptiacus* (http://www.nytimes.com/2014/09/12/science/a-nomads-find-helps-solve-the-mystery-of-the-spinosaurus.html)

Abgerufen von „https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Spinosaurus&oldid=201059572“

Diese Seite wurde zuletzt am 17. Juni 2020 um 13:51 Uhr bearbeitet.

Der Text ist unter der Lizenz „Creative Commons Attribution/Share Alike“ verfügbar; Informationen zu den Urhebern und zum Lizenzstatus eingebundener Mediendateien (etwa Bilder oder Videos) können im Regelfall durch Anklicken dieser abgerufen werden. Möglicherweise unterliegen die Inhalte jeweils zusätzlichen Bedingungen. Durch die Nutzung dieser Website erklären Sie sich mit den Nutzungsbedingungen und der Datenschutzrichtlinie einverstanden.
Wikipedia® ist eine eingetragene Marke der Wikimedia Foundation Inc.